231 rue James WATT - TECNOSUD
66100 PERPIGNAN
Tel (33) 4 68 83 28 26 – Fax (33) 4 68 83 19 67
Internet : www.carmelec.fr Email : contact@carmelec.fr

Dolphy β

Manuel d'utilisation et de maintenance

SOMMAIRE

Préambule *3*
Présentation *3*
Description *4*
Description des différents éléments **4**
Mise en marche **4**
Affichage **4**
Alarme DYNAMIQUE **5**
Messages d'erreur **5**
Détection des rayonnements lors de la mesure **5**
Traitement du signal **6**
Echelle de comptage **7**
Caractéristiques de détection **8**
Caractéristiques mécaniques et environnementales **15**
Caractéristiques électriques **15**
Service Après Vente **16**

PREAMBULE

Toute l'équipe de la société CARMELEC vous remercie de votre acquisition et espère que les données figurant dans le présent document vous aideront à bien comprendre l'ensemble des fonctions de votre DOLPHY® bêta. Si toutefois vous avez besoin d'informations complémentaires notre équipe se tient à votre entière disposition.

PRESENTATION

Le DOLPHY® bêta est un instrument de mesure ou de dépistage portatif de la contamination de surface pour les rayonnements bêta (voir alpha à conditions d'avoir identifié au préalable ce type de particule).

La détection des rayonnements est réalisée à l'aide d'un détecteur du type Geiger Müller à fenêtre mince (Pancake).

Il est équipé d'un algorithme de traitement des impulsions issues du détecteur qui lui permet de réagir rapidement au changement d'activité tout en affichant une mesure stable.

Il est conçu pour répondre aux exigences de la norme internationale CEI 60325 troisième édition de Juin 2002 intitulée : « Instrumentation pour la radioprotection-Contaminamètres et moniteurs de contamination alpha, bêta et alpha/bêta (énergie des bêta >60 keV) ».

DESCRIPTION

Description des différents éléments

DOLPHY® bêta est conçu pour être facile à utiliser et le plus léger possible.

Il est composé d'un boîtier en plastique ABS renforcé qui lui confère une bonne robustesse. Un couvercle permet d'accéder simplement à la pile.

Une grille en acier inoxydable recouvre le détecteur afin de le protéger des chocs. Un capot de protection permet soit de protéger le détecteur lors du stockage du matériel, soit d'atténuer le rayonnement bêta afin d'évaluer l'influence du rayonnement gamma sur la mesure.

Il dispose d'une sacoche en plastique avec fermeture à pression dotée d'une sangle de transport.

Lors de l'utilisation, le détecteur ne doit pas être recouvert de la pochette en plastique et des précautions doivent être prises afin d'éviter de projeter de l'eau sur le détecteur.

Il est alimenté par une pile 9V (type 6F22; PP63; 6LR61). Le sens de la pile est automatiquement détecté.

Mise en marche

Un simple bouton marche/arrêt permet d'accéder aux principales fonctionnalités de l'appareil.

Lors de la mise en marche, l'appareil affiche son numéro de série durant 1 seconde, puis passe directement en mode mesure. Il est alors prêt à être utilisé.

Comme tout appareil de mesure, ***Dolphy® bêta doit être contrôlé avant et après chaque utilisation***, à l'aide d'une source de référence.

Il est également conseillé de tester l'afficheur ; pour ce faire, il suffit de garder le doigt appuyé sur le bouton lors de la mise en marche de l'appareil. Ce dernier affiche son numéro de série, puis il allume tous les segments de l'afficheur en effectuant un comptage de 1 à 9.

Affichage

L'affichage numérique permet d'indiquer une valeur de 0 à 19999 sur la base de 4 digits 1/2. Il est optimisé de manière à obtenir une bonne lisibilité dans tous les cas, tout en ayant une consommation minimum.

L'unité de mesure est exprimée en Bq ou en c/s (corrigé du temps mort).

L'affichage en Bq fait obligatoirement référence à un étalon de référence. L'étalon de référence choisi par défaut lors du calibrage est l'équivalent ^{60}Co définit dans les documents techniques du référentiel d'EDF.

Un autre radionucléide peut être choisi sur demande.

Le calibrage du contaminamètre est réalisé en usine.

Le radionucléide de référence ayant servi au calibrage de l'appareil est indiqué sur une étiquette collée sur le boîtier de l'appareil.

Le taux de comptage est accompagné d'une indication sonore (crépitement de 55db).

Alarme DYNAMIQUE

Le DOLPHY® bêta dispose d'une alarme sonore sur une variation rapide d'activité.

L'alarme se distingue du crépitement du GM par une mélodie multi-fréquence.

Nota : Il est également possible de paramétrer un seuil d'alarme fixe.

Messages d'erreur

Tous les messages sont accompagnés d'un bip sonore qui prévient l'utilisateur.

PILE : Indique que la pile doit être changée rapidement. Ce message apparaît toutes les 5 secondes. DOLPHY® bêta s'éteint automatiquement si le niveau de la pile est trop faible pour garantir la mesure.

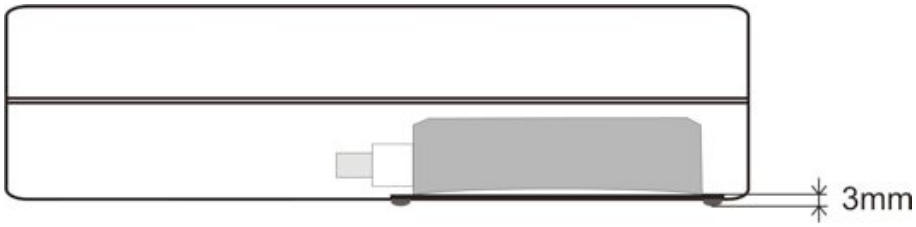
SAT : DOLPHY® bêta a atteint son seuil de saturation. Ce message reste figé jusqu'à ce que l'activité descende en dessous de 19999 Bq (ou c/s).

CAPT : L'appareil n'a pas reçu d'information du capteur depuis plus de 60 secondes. Cette information est mémorisée; ainsi si un défaut est détecté lors de la précédente utilisation, il s'affichera directement à la mise en marche.

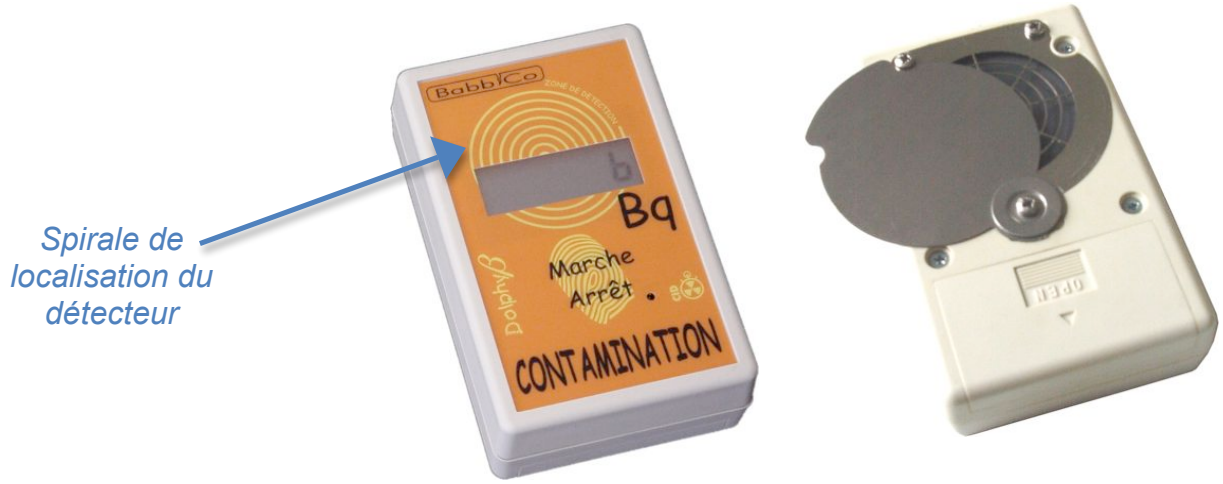
Détection des rayonnements lors de la mesure

Distance source-détecteur:

Lors de l'utilisation du DOLPHY bêta, la distance minimale entre la surface à contrôler et le détecteur (fenêtre mince) est de 3 mm (2,5 mm de la surface de la grille).



La surface sensible du détecteur est symbolisée sur le dessus du boîtier par une spirale.

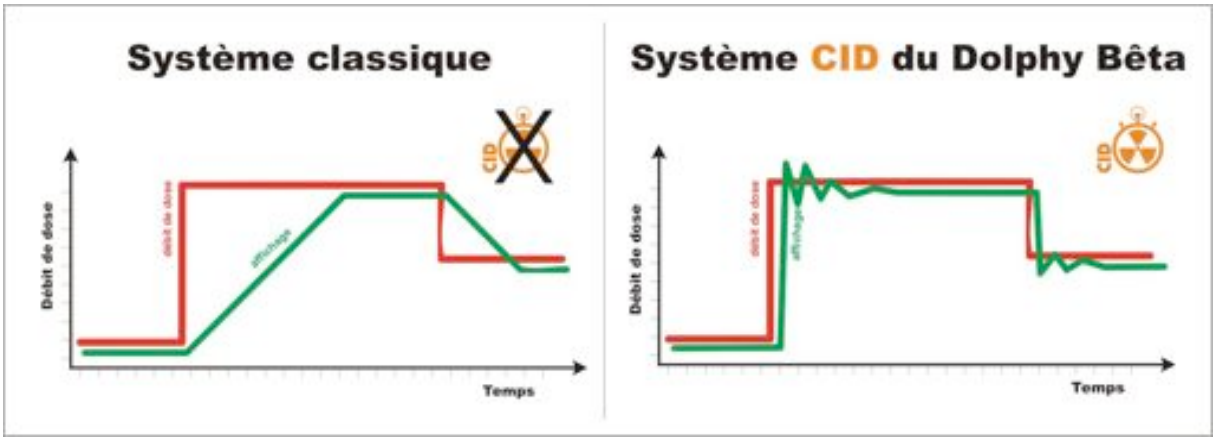


La surface sensible du détecteur est de 15,9 cm² pour un détecteur dont le diamètre de la surface sensible est de 44,5 mm et dont la profondeur effective est de 12,7 mm.

Traitement du signal

DOLPHY® bêta dispose d'un algorithme « CID ».

Calcul Informatisé du débit de dose :



Les impulsions délivrées par un détecteur GM n'étant pas périodiques, il est donc nécessaire d'intégrer plusieurs mesures successives pour obtenir une moyenne précise.

Lors d'une variation du débit, ce système à pour défaut d'afficher une mesure en constante progression donnant l'impression d'une évolution permanente (voir graphique ci-dessus Système classique).

Pour pallier a ce problème et afin d'obtenir une mesure à la fois stable et précise, le système **CID** affiche une mesure sur la base d'une moyenne mobile pouvant aller de 0,5 seconde jusqu'à 60 secondes si l'activité reste constante.

Si durant les mesures il y a une variation significative du débit, **CID** réagit immédiatement en recommençant un nouveau cycle de mesures. Il affiche instantanément une valeur proche de la valeur moyenne qui gagne en précision en fonction du temps d'intégration. (voir graphique ci-dessus Système CID).

Avec ce procédé on obtient ainsi un contaminamètre rapide, stable et précis.

Echelle de comptage

Le DOLPHY® bêta intégre une fonction échelle de comptage. Un appuis long sur le bouton, lorsque l'appareil est en marche, permet de selectionner le temps de comptage : 5 s, 10 s, 15 s, 20 s, 30 s, 45 s, et 60 s. Dès que le bouton est relaché, le décompte commence à l'écran. Quand le chronometre arrive à 0, la valeur moyenne du comptage est affichée et un bip sonor retenti de façon récurante.

Il s'agit là d'un système de moyenne fixe qui permet une bonne répétabilité des mesures, comme cela peut être necessaire pour la mesure de frottis.

Caractéristiques de détection

- **Détecteur** :

Geiger Müller type Pancake sensible aux bêta à partir de 15 keV et aux alpha d'énergie supérieure à 4,5 MeV.

- **Grandeur de référence** : Activité en Bq
- **Surface sensible** : 15,9 cm²
- **Transparence de la grille** : 80%

NOTA : La grille peut être facilement démontée, pour cela il suffit de dévisser les 3 vis externes.

- **Ecran de protection** :

Epaisseur :0,5 mm

Matière : acier inoxydable

- **Source de référence pour le calibrage** : ^{60}Co (référence EDF)

  - diamètre de la source : 50 mm
  - diamètre actif : 44 mm
  - activité déposée sur une feuille d'aluminium d'environ 0,3 mm
  - support de la feuille en inox, de 2 mm d'épaisseur
  - rendement de source environ 0,5 (entre 0,45 et 0,53)
  - radionucléide : ^{60}Co

Ce type de source correspond à des sources ESRL 20 (fabricant CERCA) ou CRKB 3753 (AEAT).

- **Erreur relative intrinsèque:**

L'erreur relative intrinsèque reste inférieure à +/-25% sur toute l'étendue de mesure. Lors du calibrage en usine l'appareil est calibré de façon à rester dans des limites d'erreur de l'ordre de+/-15% vers 25% de l'échelle.

- **Rendement typique:**

^{60}Co (ESRL 20) : $\rho_{2\pi}$= (26,3 +/- 4) % et $\rho_{4\pi}$= (16 +/- 2,5) %

^{241}Am (ESRL 20) : $\rho_{4\pi}$= 17 % (avec l'influence des gamma)

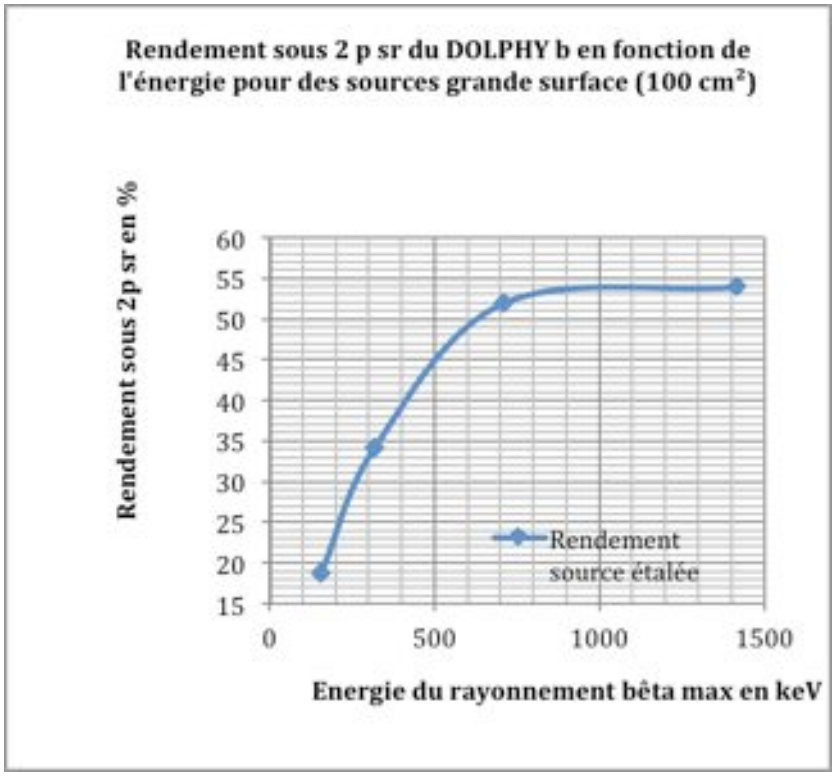
Avec des sources conforme à l'ISO 8769, surface active 100 cm² :

Source (Energie) (Type-Fabricant)	Rendement sous 2π sr $(\rho_{2\pi}$ +/– I) %(1)	Rendement de détection $(\rho_{4\pi}$ +/– I)%
^{14}C ($E_{\beta max}$=156,5 keV) (CFR06031-AEAT)	(19 +/- 3)%	(7,5 +/- 1,5)%
^{60}Co ($E_{\beta max}$=317,9 keV) (CKR06031-AEAT)	(34 +/- 5)%	(18 +/- 2,5)%
^{36}Cl ($E_{\beta max}$=709,5 keV) (CIR06031-AEAT)	(52 +/- 8)%	(34 +/- 4)%
^{90}Sr+^{90}Y($E_{\beta max}$=2284 keV et 586 keV) (SIRB6342-AEAT)	(54 +/- 9)%	(34,5 +/-4,5)%

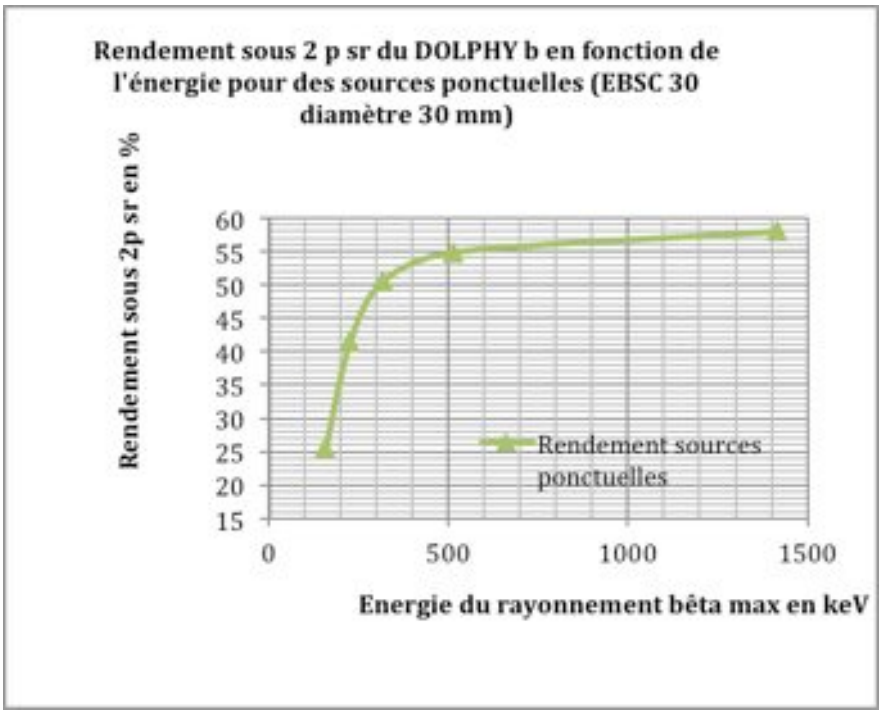
(1) - Evaluation de l'incertitude : "Les incertitudes élargies I mentionnées sont celles correspondant à deux incertitudes types. Les incertitudes types ont été calculés en tenant compte des différentes sources d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité..."

Pour indication :

Rendement au ^{239}Pu (PIR06021-AEAT) : $\rho_{2\pi}$= 10,5 % - $\rho_{4\pi}$= 4,5 %



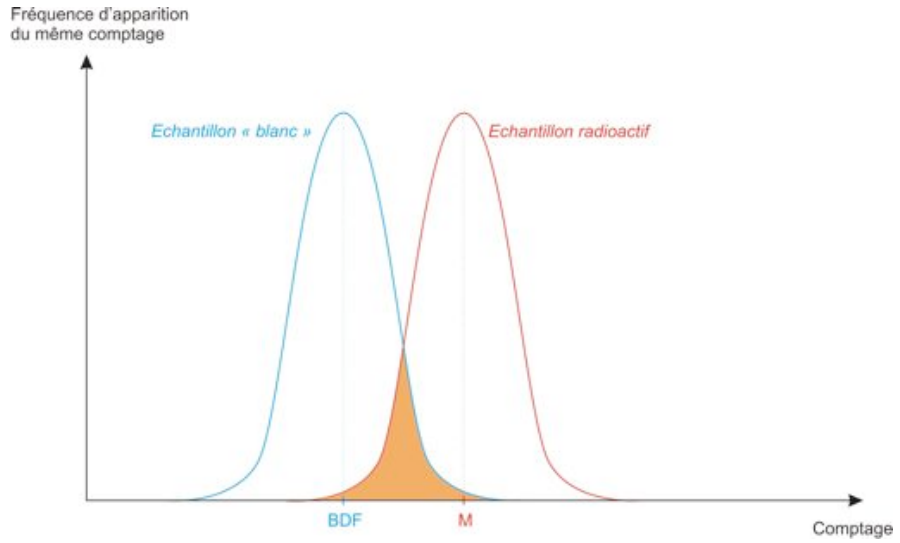
Remarque : le rendement de détection dépend essentiellement de la qualité des sources et de leur conception. Afin de réaliser de meilleures estimations lors des mesures, il y a lieu de vérifier que les caractéristiques physiques de la source étalon utilisée correspondent à celles du terme source (voir ISO 7503).
Nous donnons pour exemple ci-dessous les rendements de détection pour des sources ponctuelles fabriquées par le CERCA (type EBSC 30).



- **Evaluation de la limite de détection en fonction du bruit de fond ambiant :**

Le bruit de fond (BDF) en métrologie indique le niveau de comptage induit par l'environnement et l'électronique de l'appareil. Il convient de soustraire ce bruit de fond à la valeur de mesure brute pour déterminer l'activité nette contenue dans un échantillon.

Compte tenu du caractère aléatoire du processus de désintégration radioactive, un résultat très légèrement supérieur au bruit de fond mesuré ne donne pas l'assurance totale d'une présence de radioactivité, pas plus qu'un résultat très légèrement inférieur à ce même bruit de fond ne garantit l'absence de cette radioactivité.

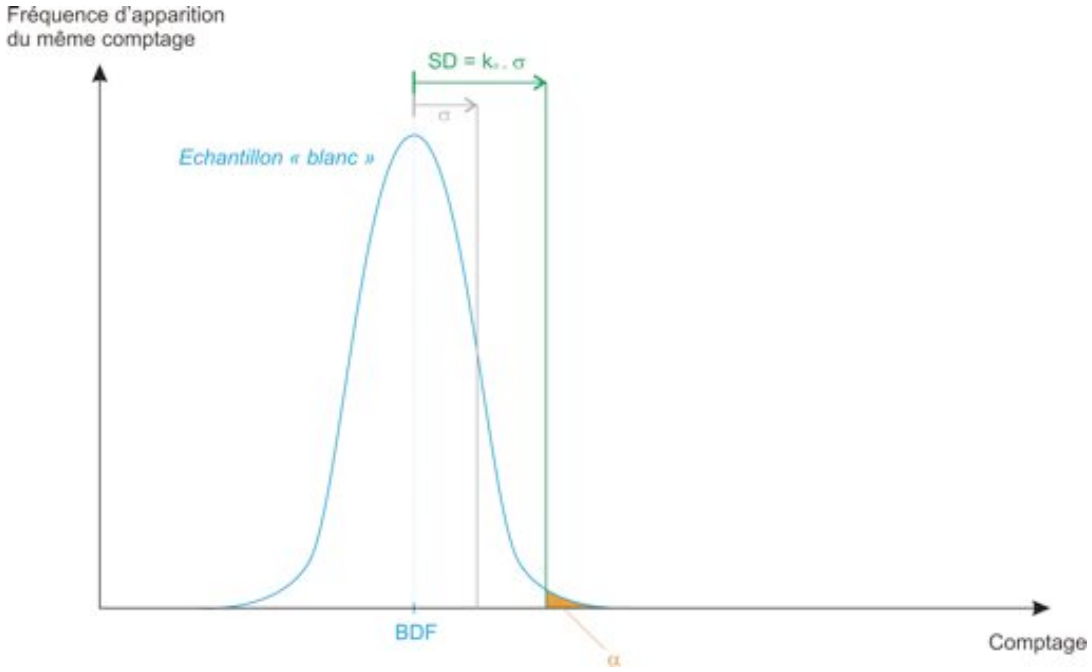


Si la valeur moyenne issue de l'échantillon radioactif à mesurer est trop proche de celle du bruit de fond, cela conduit à une zone d'indécision (en orange sur la graphique). Cela peut induire une erreur de décision sur la réelle présence ou non de radioactivité sur l'échantillon mesuré. Ce risque appelé α s'exprime en pourcentage d'erreur.

Il est possible de déterminer un **seuil de décision (SD)** au-dela duquel on estime, avec une probabilité suffisamment élevée de ne pas se tromper, que les mesures brutes obtenues ne sont plus uniquement dues au bruit de fond mais révèlent la présence de radioactivité dans l'échantillon mesuré.
Ce seuil est défini au risque α près par la formule :

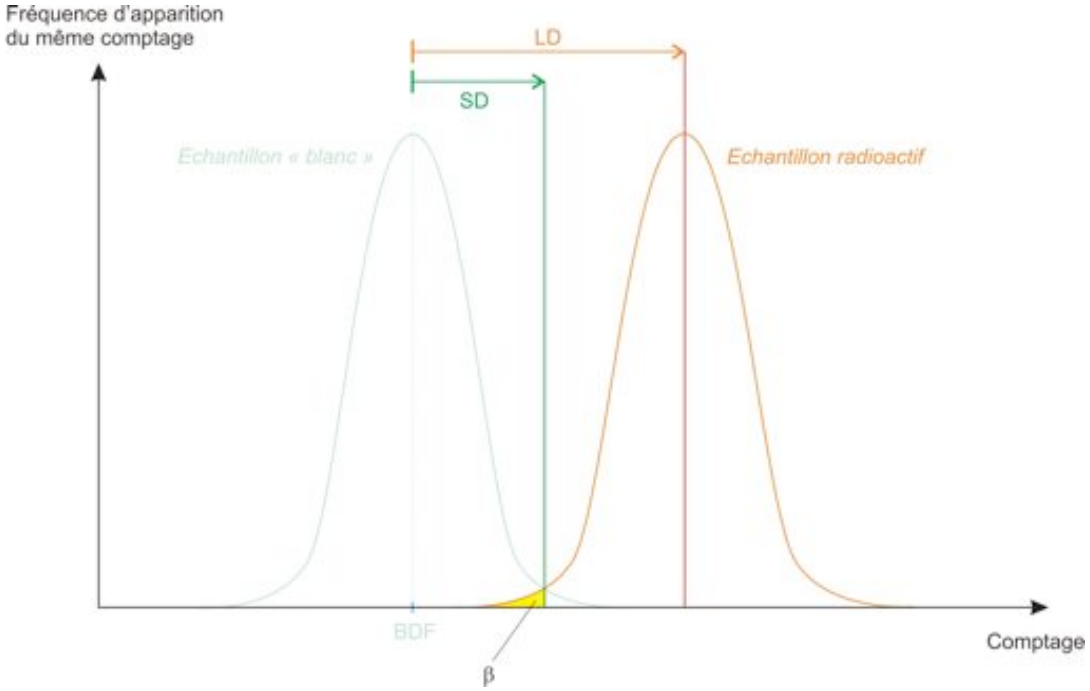
$$SD = k_{\alpha} \cdot \sqrt{BDF\left(\frac{1}{t_{bdf}} + \frac{1}{t_m}\right)}$$

- BDF : taux de comptage du bruit de fond (c/s)
- t_{BDF} : temps de comptage pour la détermination du bruit de fond (s)
- t_M : temps de comptage pour la mesure (s)
- k_{α} : facteur de Student correspondant à une probabilité 1-2α. Par exemple :
  $k_{5\%}$ = 1.645
  $k_{2.5\%}$ = 1.96 (souvent arrondi à 2).



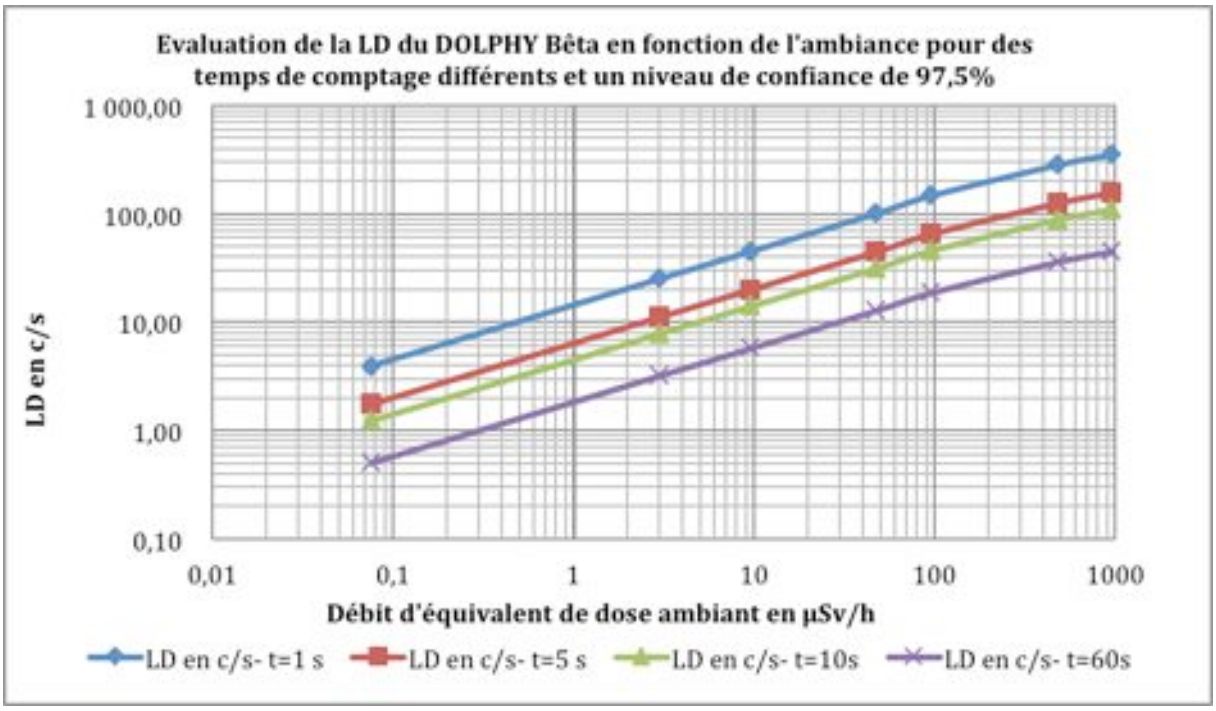
Une fois le seuil de décision défini, il convient de déterminer la valeur moyenne minimale d'un échantillon, à partir duquel les valeurs mesurées seront au-dessus du seuil de décision, à β % près. Il s'agit de la **limite de détection (LD)**.

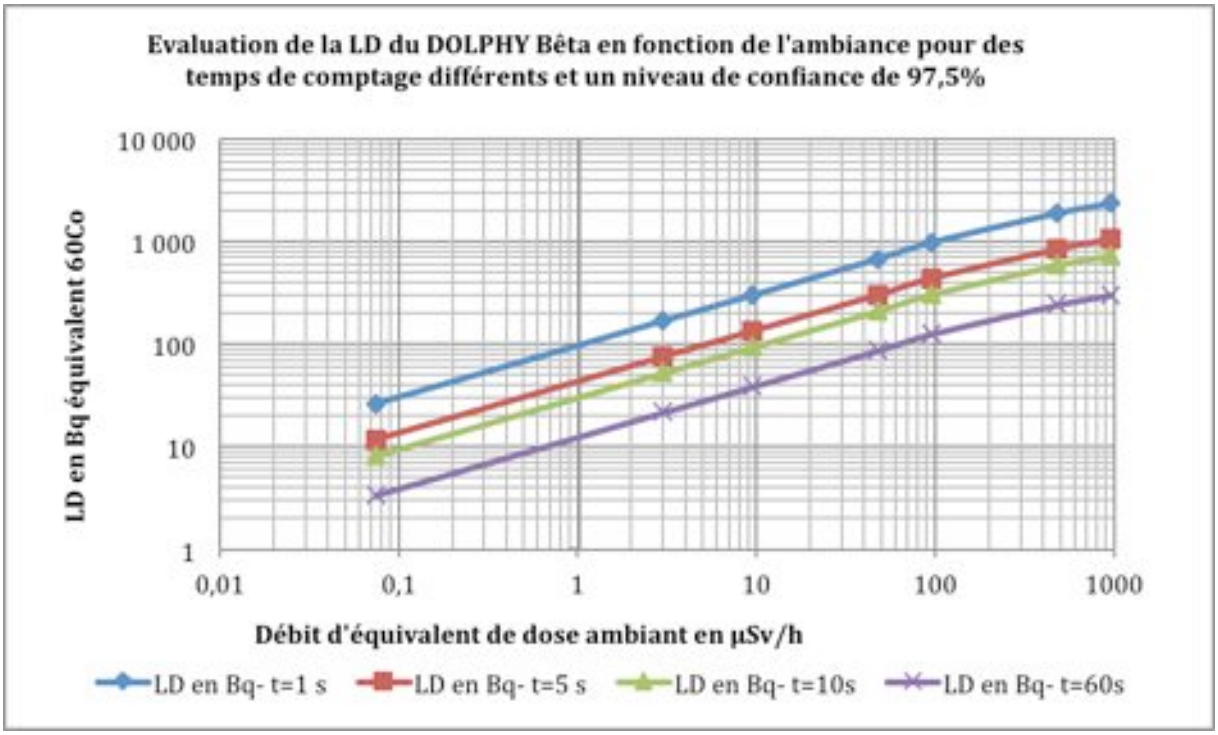
Cette limite de détection permet de minimiser le recouvrement entre la répartition statistique de l'échantillon et celle du bruit de fond.



Selon les techniques de mesure la limite de détection est approximativement égale à 2 fois la valeur du seuil de décision.

L'application de ces notions pour le DOLPHY bêta est représentée sur les courbes suivantes. La valeur du bruit de fond en fonction de l'ambiance en µSv/h a été caractérisée expérimentalement dans un faisceau de photons gamma du ^{137}Cs.





- **Etendue de mesure effective** :

  entre 10 Bq à 19999 Bq avec un affichage entre 0 Bq et 19999 Bq

  ou entre 10 c/s et 19999 c/s avec un affichage entre 0 c/s et 19999 c/s

- **Temps de réponse** :

  Le temps de réponse est défini pour un passage d'un comptage initial à 90% du comptage final moyen attendu.

  Le temps de réponse pour une mesure d'une activité de 80Bq (13 c/s), dans un débit de 500 nSv/h, reste en règle générale inférieur à 1 s.

  Le temps de réponse pour une mesure d'une activité de 800Bq (130 c/s), dans un débit de 20 µSv/h, reste en règle générale inférieur à 1 s.

- **Temps d'affichage** :

  En règle générale, pour une indication stable (pour laquelle la fluctuation statistique due au comptage ne dépassera pas +/- 20%) le temps d'affichage est de :

  < 1 s lors d'une variation significative (augmentation) du débit de 0 à 700 Bq (116 c/s) (équivalent ^{60}Co),

  < 2 s lors d'une variation significative du débit de 0 à 300 Bq

  < 7 s lors d'une variation de 0 à 100 Bq (0 à 16 c/s), dans un bruit de fond naturel (environ 70 nSv/h)

  < 1 s dans le cas d'une diminution brusque d'activité

- **Seuil d'alarme fixe**

  Le seuil d'alarme fixe est réglable entre 10 c/s et 19999 c/s

  ou entre 10 Bq et 19999 Bq

- **Temps de résolution (Ou temps mort de l'ensemble)** :

  Le temps mort du compteur est de l'ordre de 40 µs.

  L'appareil applique une correction de temps mort automatique pour revenir au comptage vrai.

Caractéristiques mécaniques et environnementales

- **Encombrement :**

  Les dimensions du boîtier sont de 114 mm x 72 mm x 34 mm

- **Masse :**

  320 g avec pile

- **Boîtier :**

Plastique ABS renforcé

- **Etanchéité à l'humidité et aux poussières** :

  IP 54

  Soit ;

  le premier chiffre représente l'étanchéité aux corps solides :

  5, pour protection contre les poussières (pas de dépôt nuisible)

  le deuxième chiffre représente l'étanchéité aux corps liquides :

  4, pour protection contre les projections d'eau,

Caractéristiques électriques

- **Compatibilité électromagnétique :**

Des précautions ont été prises afin d'assurer un bon fonctionnement en présence de perturbations électromagnétiques, particulièrement pour :

Les décharges électrostatiques (CEI 61000-4-2),

Les champs électromagnétiques rayonnés (CEI 61000-4-3),

Les perturbations de courant induites par radiofréquences (CEI 61000-4-6),

L'influence des champs magnétiques de 50 Hz / 60 Hz (CEI 61000-4-8),

- **Alimentation :**

  Piles 9 V (PP3/ 6F22 / 6LR61)

- **Autonomie :**

  80 heures pour un débit < 100 Bq (16 c/s).

Service Après Vente

Le Service Après Vente de Carmelec est à votre disposition, n'hésitez pas à le contacter pour tout complément d'information.

Tel : 04 68 83 28 26

Fax : 04 68 83 19 67

email : contact@carmelec.fr

Suivi de l’évolution du document :

Date	Indice	Objet de l’évolution	Paragraphes concernés
04/08/04	0	Création	Tous
27/09/04	1	Apport de complément sur les caractéristiques générales	
08/05/2011	2	Simplifaction sans incidence sur les caractéristiques	Carcéristiques techniques / compatibilité electromagnétique
16/09/2011	3	Ajout des valeur correspondantes en c/s en plus de Bq dans les caractéristique de temps de réponse et autonomie.	Caractéristiques électriques, Temps de réponse.